

Method and system for transmitting data, with transmission antenna diversity

Patent number: DE10009150

Publication date: 2001-08-30

Inventor: BECKMANN MARK (DE); HANS MARTIN (DE); BAER SIEGFRIED (DE); LAUMEN JOSEF (DE); SCHMIDT GUNNAR (DE); KOWALEWSKI FRANK (DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:

- international: H04B7/06; H04B7/216; H04B7/26; H04Q7/20

- european: H04B7/06C1

Application number: DE20001009150 20000226

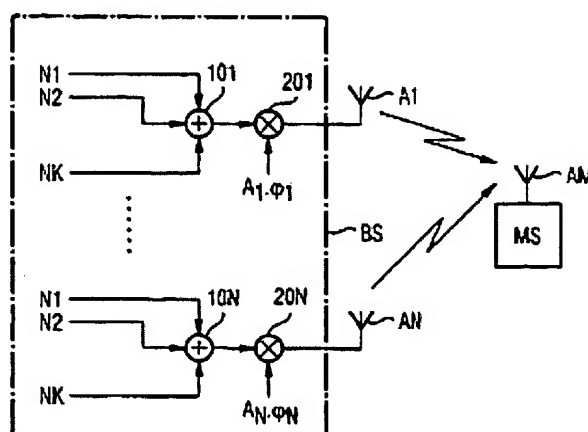
Priority number(s): DE20001009150 20000226

Also published as:

WO0163796 (A1)
US2003128677 (A1)
EP1262031 (B1)

Abstract of DE10009150

The invention relates to a data transmission method, especially for use in a CDMA system in TDD mode. A data signal is transmitted between a first station (BS) and a second station (MS) in the form of a data stream of data bursts of various users (N1-NK), through a plurality of antennae (A1-AN) and a reference signal is sent in conjunction with the respective data burst. In a first step, a reference signal is sent from the second station (MS) to the first station (BS). In a second step, a channel estimation (KS) is carried out in the first station (BS), based on the reference signal received from the second station (MS). In a third step, the first station (BS) sends a data burst to the second station (MS) through a plurality of antennae (A1-AN). The transmission signals of the various antennae can be modified with various amplitudes and phase factors (A_n , ϕ_n) according to the channel estimation.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2002 P 0670

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift

10 DE 100 09 150 A 1

51 Int. Cl. 7: *B7A1*
H 04 B 7/06
H 04 B 7/26
H 04 Q 7/20

21 Aktenzeichen: 100 09 150.4
22 Anmeldetag: 26. 2. 2000
43 Offenlegungstag: 30. 8. 2001

DE 100 09 150 A 1

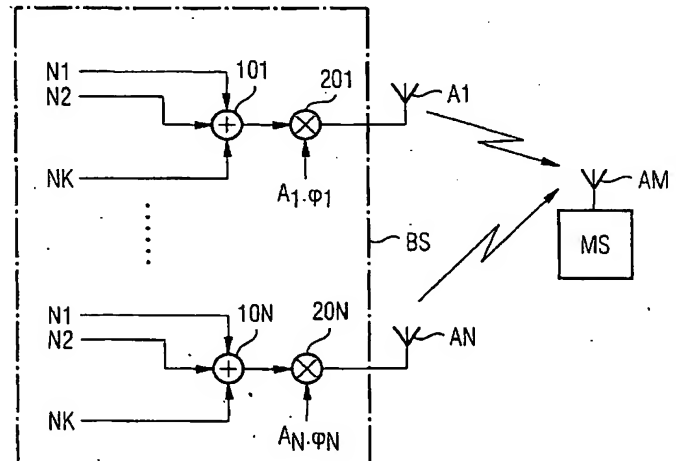
71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Hans, Martin, 31141 Hildesheim, DE; Kowalewski,
Frank, Dr., 38228 Salzgitter, DE; Laumen, Josef,
31141 Hildesheim, DE; Schmidt, Gunnar, Dr., 38304
Wolfenbüttel, DE; Baer, Siegfried, 75179 Pforzheim,
DE; Beckmann, Mark, 31789 Hameln, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Datenübertragungsverfahren und -system

57 Die Erfindung schafft ein Datenübertragungsverfahren, insbesondere zur Verwendung in einem CDMA-System im TDD-Betrieb, wobei ein Datensignal in Form eines Datenstroms von Datenbursts verschiedener Nutzer (N1-NK) zwischen einer ersten Station (BS) und einer zweiten Station (MS) über eine Mehrzahl von Antennen (A1-AN) übertragen wird und wobei in Zusammenhang mit dem jeweiligen Datenburst ein Referenzsignal gesendet wird. In einem ersten Schritt wird ein Referenzsignal von der zweiten Station (MS) an die erste Station (BS) gesendet. In einem zweiten Schritt wird in der ersten Station (BS) eine Kanalschätzung (KS), basierend auf dem von der zweiten Station (MS) empfangenen Referenzsignal, durchgeführt. In einem dritten Schritt sendet die erste Station (BS) einen Datenburst an die zweite Station (MS) über die Mehrzahl von Antennen (A1-AN), wobei die Sendesignale verschiedener Antennen mit verschiedenen Amplituden- und Phasenfaktoren (A_n , ϕ_n) entsprechend der Kanalschätzung modifizierbar sind.



DE 100 09 150 A 1

BEST AVAILABLE COPY

STAND DER TECHNIK

Die Erfindung betrifft ein Datenübertragungsverfahren und system, insbesondere zur Verwendung in einem CDMA-System im TDD-Betrieb, wobei ein Datensignal in Form eines Datenstroms von Datenbursts verschiedener Nutzer zwischen einer ersten Station und einer zweiten Station über eine Mehrzahl von Antennen übertragen wird und wobei in Zusammenhang mit dem jeweiligen Datenburst ein Referenzsignal gesendet wird.

Obwohl prinzipiell auf beliebige Datenübertragungen anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zu Grunde liegende Problematik in Bezug auf ein zellulares CDMA-Datenübertragungssystem (CDMA = Code Division Multiple Access) erläutert, die einen Übertragungsmodus verwenden, der die Übertragung eines Referenzsignals erfordert.

Durch Code-Vielfachzugriff (CDMA = Code Division Multiple Access) lassen sich mehrere Datenströme gleichzeitig über ein gemeinsames Frequenzband übertragen. Dabei werden die zu übertragenden Symbole der Datenströme mit sogenannten Spreizungscodes moduliert.

Die mit verschiedenen Codes gleichzeitig übertragenen Datenströme stören sich i. a. gegenseitig: Mehrwegeausbreitung führt zur Überlagerung von nacheinander gesendeten Datensymbolen (inter symbol interference, ISI). CDMA-Kodierung und Mehrwegeausbreitung sind die Ursache von Mehrfachnutzerinterferenz (multiple access interference, MAI).

Die Interferenzen lassen sich z. B. im Empfänger eliminieren, wenn dort die Impulsantwort des Kanals bekannt ist, wie aus K. D. Kammeyer: "Nachrichtenübertragung", 2. Aufl., Reihe Informationstechnik, Teubner, Stuttgart, 1996 und aus A. Klein, G. K. Kaleh und P. W. Baier: "Zero Forcing and Minimum Mean-Square-Error Equalization for Multiuser Detection in Code Division Multiple Access Channels", IEEE Trans. Vehic. Tech., Bd. 45 (1996), 276-287 entnehmbar. Die Kanalimpulsantwort kann z. B. im Empfänger aus einem empfangenen Referenzsignal geschätzt werden.

Um eine konstant gute Übertragung zu gewährleisten, kann man auch Daten über mehrere Mobilfunkkanäle gleichzeitig übertragen. Dies läßt sich mit mehreren Sendeantennen erreichen (Sendeantennendiversität). Solche Sendeantennendiversität verbessert die Qualität von Mobilfunkkanalübertragungen in bemerkenswerter Weise.

Für CDMA-Mobilfunksysteme im TDD-Bereich sind folgende Sendeantennendiversität-Schemata für die Vorwärtsstrecke (Downlink), also z. B. von einer Basisstation zu einer Mobilstation, bekannt.

Beim Transmit Adaptive Array (TxAA) gemäß Motorola: "Transmit Diversity Schemes applied to the TDD mode (II)", 3GPP TSG RAN WG1 document TSGR1#5(99)632 werden die Signale der einzelnen Nutzer vor ihrer Summation im Basisband mit einem Phasen- und Amplitudenfaktor modifiziert. Die Faktoren sind nutzer- und antennenspezifisch.

Bei der Selection Transmit Diversity (STD) gemäß Motorola: "Transmit Diversity Schemes applied to the TDD mode (II)", 3GPP TSG RAN WG1 document TSGR1#5(99)632 werden die Signale der einzelnen Nutzer immer nur über eine Antenne abgestrahlt. Für verschiedene Nutzer können verschiedene Antennen gewählt werden.

Bei der Phase Alignment Transmit Diversity (PATD) gemäß Motorola: "Transmit Diversity Schemes applied to the TDD mode", 3GPP TSG RAN WG1 document TSGR1#3(99)186 werden die Gesamtantennensignale im Basisband mit einem Phasenfaktor modifiziert. Der Faktor kann für verschiedene Antennen verschieden sein. Er ist für alle Nutzer an einer Antenne identisch.

Bei all diesen Schemata werden die Übertragungsqualitäten der Mobilfunkkanäle in der Gegenstrecke im Sender bestimmt. Aufgrund der gemessenen Qualitäten werden dann die Parameter der Schemata gewählt (Closed Loop-Technik).

Um mit TxAA oder STD versendete Daten nach einem Joint Detection-Verfahren (JD), detektieren zu können, ist es erforderlich, im Empfänger für jeden Nutzer eine eigene Kanalschätzung vorzunehmen.

Bei Verwendung von PATD muß in der Vorwärtsstrecke im JD-Empfänger nur ein Kanal geschätzt werden. Gegenüber TxAA und STD hat PATD jedoch den Nachteil keine Amplitudenmodifizierungen zur Optimierung der Übertragung zu verwenden.

Übliche Diversity-Verfahren zur CDMA-Übertragung in der Vorwärtsstrecke im TDD-Betrieb erfordern also entweder einen hohen Kanalschätzungsaufwand im Empfänger (TxAA = Transmit Adaptive Array, STD = Selection Transmit Diversity) oder sollten qualitativ weiter verbessert werden (PATD = Phase Alignment Transmit Diversity).

VORTEILE DER ERFINDUNG

Die der vorliegenden Erfindung zu Grunde liegende Idee besteht darin, daß die Sendesignale der einzelnen Antennen sowohl in ihrer Phase als auch ihrer Amplitude modifiziert werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. die entsprechende Vorrichtung nach Anspruch 6 weisen den besonderen Vorteil auf, daß eine Verbesserung der Datenübertragung durch Senden über mehrere Antennen ohne Notwendigkeit mehrerer Kanalschätzungen in der Vorwärtsstrecke beim JD-Empfang erzielbar ist. Bei Verwendung des Verfahrens in der Vorwärtsstrecke muß im JD-Empfänger nur eine Kanalschätzung vorgenommen werden. Insbesondere ist eine bessere Übertragung als bei Verwendung von PATD möglich.

In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des jeweiligen Gegenstandes der Erfindung.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung werden die Phasen- und Amplitudenfaktoren während aufeinanderfolgender Zeitabschnitte konstant gehalten.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden die Phasenfaktoren ϕ_n und Amplitudenfaktoren A_n so gewählt, daß eine Maximierung des Produkts

$$P(\varphi_1, \dots, \varphi_N, A_1, \dots, A_N) = \prod_{k=1}^K \left| \sum_{n=1}^N \alpha_n^k \cdot A_n \cdot e^{i\varphi_n} \right|^2 \quad 5$$

durch Variation der antennenspezifischen Phasen φ_n und Amplituden A_n unter den Nebenbedingungen

$$\varphi_1 = 0 \text{ und } \sum_{n=1}^N A_n^2 = \text{const.} \quad 10$$

erzielt wird, wobei der Kanalschätzungskoeffizient größter Leistung des Kanals von der n-ten Antenne zum k-ten Nutzer mit α_n^k bezeichnet ist und wobei gilt: $n = 1, \dots, N$ und $k = 1, \dots, K$ mit $N = \text{Anzahl der Antennen}$ und $K = \text{Anzahl der Nutzer}$.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die erste Station eine Basisstation und die zweite Station eine Mobilstation eines Mobilfunksystems im TDD-Betrieb, insbesondere eines UMTS-Mobilfunksystems.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird die Übertragung mittels dem CDMA-Verfahren durchgeführt.

ZEICHNUNGEN

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der folgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Senden von Daten über eine Mehrzahl von Antennen; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Senden von Daten über eine Mehrzahl von Antennen unter Benutzung der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Elemente.

In Fig. 1 und 2 bezeichnen N1 bis NK jeweilige Nutzer der Vorrichtung, 101 bis 10K einen jeweiligen Addierer, 201 bis 20K einen jeweiligen Multiplizierer, A1 bis AN sowie AM eine jeweilige Antenne, BS eine Basisstation, MS eine Mobilstation, S einen Sendeschritt, KS einen Kanalschätzungsschritt, SDIV einen Sendeschritt mit Antennendiversität und E einen Empfangsschritt.

Bei dieser Ausführungsform handelt es sich um ein UMTS(Universal Mobile Telephone System)-System im TDD-Betrieb, wobei ein Datensignal in Form eines Datenstroms von Datenbursts verschiedener Nutzer zwischen einer Basisstation BS und einer Mobilstation MS über die Mehrzahl von Antennen A1-AN übertragen wird und wobei in Zusammenhang mit dem jeweiligen Datenburst ein Referenzsignal gesendet wird.

Das Senden mit Sendeantennendiversität wird dabei folgendermaßen realisiert.

Es findet zunächst eine Schätzung der Kanäle aller Nutzer N1 bis NK in der Rückwärtsstrecke durch die Basisstation BS anhand eines von der Mobilstation gesendeten Referenzsignals in üblicher Weise statt.

Danach wird eine Bestimmung des Kanalpfades jeweils höchster Leistung für jeden Nutzerkanal durchgeführt. Der zugehörige Kanalschätzungskoeffizient des Kanals von der n-ten Antenne zum k-ten Nutzer sei mit α_n^k bezeichnet, wobei gilt: $n = 1, \dots, N$ und $k = 1, \dots, K$ mit $N = \text{Anzahl der Antennen}$ und $K = \text{Anzahl der Nutzer}$ (jeweils natürliche Zahlen).

Dann wird eine Maximierung des Produkts

$$P(\varphi_1, \dots, \varphi_N, A_1, \dots, A_N) = \prod_{k=1}^K \left| \sum_{n=1}^N \alpha_n^k \cdot A_n \cdot e^{i\varphi_n} \right|^2 \quad 50$$

durch Variation der antennenspezifischen Phasen φ_n und Amplituden A_n unter den Nebenbedingungen

$$\varphi_1 = 0 \text{ und } \sum_{n=1}^N A_n^2 = \text{const.} \quad 55$$

durchgeführt.

Anschließend erfolgt die Sendung des durch die Phase φ_n und die Amplitude A_n modifizierten Gesamt-CDMA-Signals $A_n \cdot e^{i\varphi_n} \cdot s(t)$, wobei $s(t)$ = Gesamt-CDMA-Signal, über die n-te Sendeantenne der Vorwärtsstrecke, wie in Fig. 1 gezeigt, an die Mobilstation.

Abb. 2 zeigt den zeitlichen Ablauf des Datenübertragungsverfahrens. Gegenüber PATD variiert dieses Verfahren nicht nur die antennenspezifischen Phasen φ_n , sondern auch die Amplituden A_n .

Zunächst sendet die Mobilstation MS einen Datenburst mit einem Referenzsignalblock an die Basisstation BS, welche diesen zur Kanalschätzung verwendet. Basierend auf dem Ergebnis der Kanalschätzung führt die Basisstation die Kanalschätzung KS durch. Dann erfolgt das oben erläuterte Senden von Daten mit Antennendiversität SDIV von der Basisstation an die Mobilstation und der dortige Empfang E.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Insbesondere kann das erfindungsgemäße Verfahren in allen Datenübertragungssystemen angewendet werden und ist nicht auf CDMA-Datenübertragungssysteme im TDD-Modus beschränkt.

5 Auch kann das Ermittlungsverfahren für die Amplituden und Phasen variiert werden.

Patentansprüche

1. Datenübertragungsverfahren, insbesondere zur Verwendung in einem CDMA-System im TDD-Betrieb, wobei ein Datensignal in Form eines Datenstroms von Datenbursts verschiedener Nutzer (N1-NK) zwischen einer ersten Station (BS) und einer zweiten Station (MS) über eine Mehrzahl von Antennen (A1-AN) übertragen wird und wobei in Zusammenhang mit dem jeweiligen Datenburst ein Referenzsignal gesendet wird; und wobei weiterhin

i) in einem ersten Schritt ein Referenzsignal von der zweiten Station (MS) an die erste Station (BS) gesendet wird;

15 ii) in einem zweiten Schritt in der ersten Station (BS) eine Kanalschätzung (KS) basierend auf dem von der zweiten Station (MS) empfangenen Referenzsignal durchgeführt wird; und

iii) in einem dritten Schritt die erste Station (BS) einen Datenburst an die zweite Station (MS) über die Mehrzahl von Antennen (A1-AN) sendet, wobei die Sendesignale verschiedener Antennen mit verschiedenen Amplituden- und Phasenfaktoren (A_n, φ_n) entsprechend der Kanalschätzung modifizierbar sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasen- und Amplitudenfaktoren während aufeinanderfolgender Zeitabschnitte konstant gehalten werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenfaktoren φ_n und Amplitudenfaktoren A_n so gewählt werden, daß eine Maximierung des Produkts

$$P(\varphi_1, \dots, \varphi_N, A_1, \dots, A_N) = \prod_{k=1}^K \left| \sum_{n=1}^N \alpha_n^k \cdot A_n \cdot e^{i\varphi_n} \right|^2$$

30 durch Variation der antennenspezifischen Phasen φ_n und Amplituden A_n unter den Nebenbedingungen

$$\varphi_1 = 0 \text{ und } \sum_{n=1}^N A_n^2 = \text{const.}$$

35 erzielt wird, wobei der Kanalschätzungskoeffizient größter Leistung des Kanals von der n-ten Antenne zum k-ten Nutzer mit α_n^k bezeichnet ist und wobei gilt: $n = 1, \dots, N$ und $k = 1, \dots, K$ mit N = Anzahl der Antennen und K = Anzahl der Nutzer.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Station (BS) eine Basisstation und die zweite Station (MS) eine Mobilstation eines Mobilfunksystems im TDD-Betrieb, insbesondere eines UMTS-Mobilfunksystems, ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung mittels dem CDMA-Verfahren durchgeführt wird.

6. Datenübertragungsvorrichtung, insbesondere zur Verwendung in einem CDMA-System im TDD-Betrieb, wobei ein Datensignal in Form eines Datenstroms von Datenbursts verschiedener Nutzer (N1-NK) zwischen einer ersten Station (BS) und einer zweiten Station (MS) über eine Mehrzahl von Antennen (A1-AN) übertragbar ist und wobei in Zusammenhang mit dem jeweiligen Datenburst ein Referenzsignal sendbar ist;

wobei die erste Station (BS) weiterhin aufweist:

eine Empfangseinrichtung zum Empfangen eines Referenzsignals, das von der zweiten Station (MS) an die erste Station (BS) gesendet wird;

eine Kanalschätzungseinrichtung zum Durchführen einer Kanalschätzung (KS) basierend auf dem von der zweiten Station (MS) empfangenen Referenzsignal; und

eine Modifizierungseinrichtung zum Modifizieren der Sendesignale verschiedener Antennen mit verschiedenen Amplituden- und Phasenfaktoren (A_n, φ_n) entsprechend der Kanalschätzung für einen an die zweite Station (MS) über die Mehrzahl von Antennen (A1-AN) zu sendenden Datenburst.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Modifizierungseinrichtung die Phasen- und Amplitudenfaktoren während aufeinanderfolgender Zeitabschnitte konstant hält.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Modifizierungseinrichtung die Phasenfaktoren φ_n und Amplitudenfaktoren A_n so wählt, daß eine Maximierung des Produkts

$$P(\varphi_1, \dots, \varphi_N, A_1, \dots, A_N) = \prod_{k=1}^K \left| \sum_{n=1}^N \alpha_n^k \cdot A_n \cdot e^{i\varphi_n} \right|^2$$

65 durch Variation der antennenspezifischen Phasen φ_n und Amplituden A_n unter den Nebenbedingungen

$$\varphi_1 = 0 \text{ und } \sum_{n=1}^N A_n^2 = \text{const.}$$

erzielt wird, wobei der Kanalschätzungskoeffizient maximaler Leistung des Kanals von der n-ten Antenne zum k-ten Nutzer mit α_n^k bezeichnet ist und wobei gilt: $n = 1, \dots, N$ und $k = 1, \dots, K$ mit N = Anzahl der Antennen und K = Anzahl der Nutzer. 5

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Station (BS) eine Basisstation und die zweite Station (MS) eine Mobilstation eines Mobilfunksystems im TDD-Betrieb, insbesondere eines UMTS-Mobilfunksystems, ist. 10

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung mittels dem CDMA-Verfahren durchführbar ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

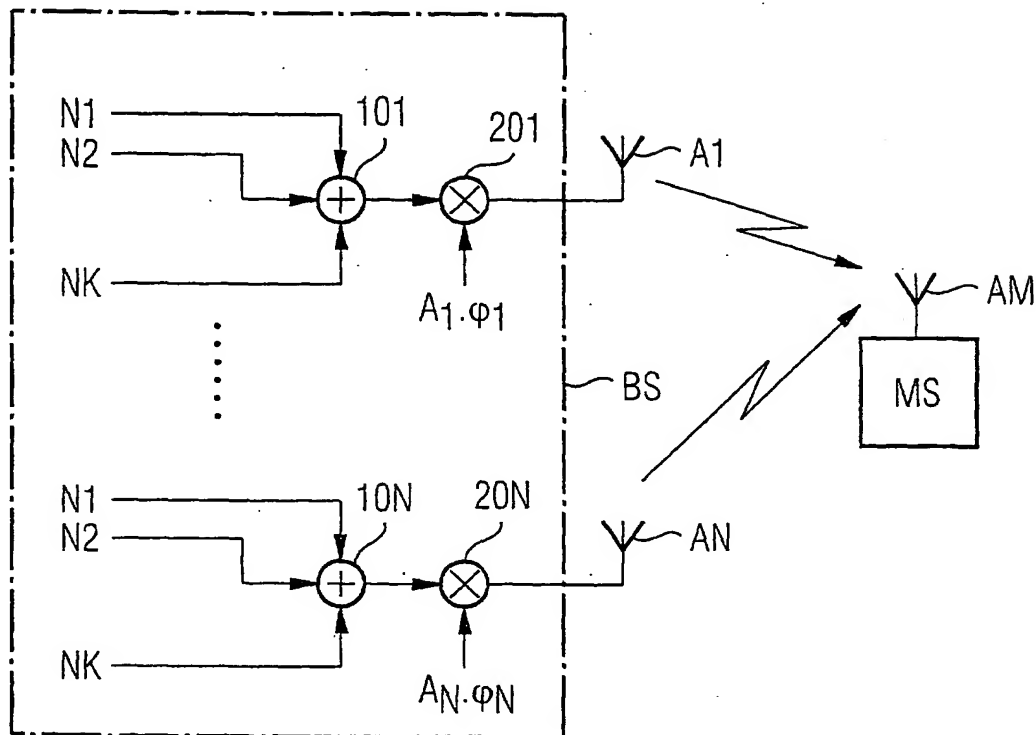


FIG 2

